



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001358083 A**(43) Date of publication of application: **26.12.01**

(51) Int. Cl. **H01L 21/205**  
**C23C 16/52**

(21) Application number: **2001129255**(22) Date of filing: **09.09.93**(62) Division of application: **05224397**(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(72) Inventor: **OKURA YUJI**  
**SENBA SHINJI**

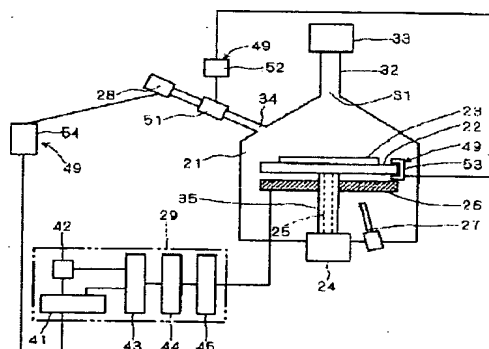
**(54) CHEMICAL VAPOR GROWTH DEVICE AND METHOD****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the inner temperature of a reaction chamber to be accurately controlled.

**SOLUTION:** An open/close timing providing part 53 detects the angle of rotation of a mounting pad 22, and a detection result is sent to an open/close control part 52. The open/close control part 52 judges whether the detection spot of an infrared detecting means 28 is located on a semiconductor wafer 23 or not, resting on a correlation between the previously stored angle of rotation of the mounting pad 22 and the position of the detection spot of an infrared detection means 28. When the open/close control part 52 judges that the detection spot is located on the semiconductor wafer 23, the entrance of a mounting hole 34 of a reactor chamber 21 is opened by a chopper 51 (detection process), and when the open/close control part 52 judges that the detection spot is located in a forbidden range or the mounting pad 22, the mounting hole 34 is closed (forbidding process). As mentioned above, detection and forbidding are alternately and

intermittently repeated, synchronizing with the rotation of the mounting pad 22. By this setup, only infrared rays radiating from the semiconductor wafer 23 are made to impinge on the infrared detection means 28.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



49: 異種物質受光禁止手段

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-358083

(P2001-358083A)

(43) 公開日 平成13年12月26日 (2001. 12. 26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/52

C 2 3 C 16/52

5 F 0 4 5

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-129255 (P2001-129255)  
(62) 分割の表示 特願平5-224397の分割  
(22) 出願日 平成5年9月9日 (1993. 9. 9)

(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
(72) 発明者 大倉 裕二  
兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機  
株式会社北伊丹製作所内  
(72) 発明者 船場 真司  
兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機  
株式会社北伊丹製作所内  
(74) 代理人 100089233  
弁理士 吉田 茂明 (外2名)

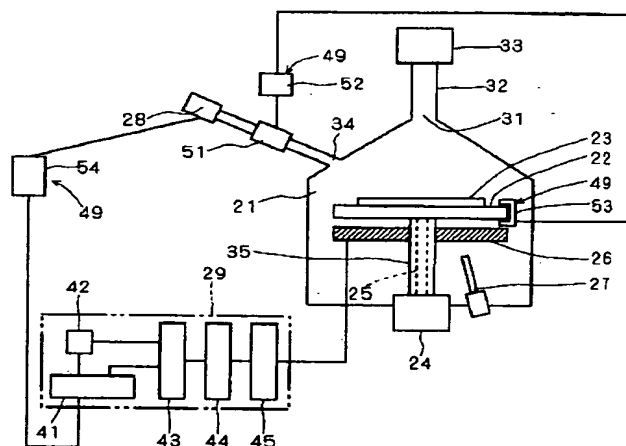
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学気相成長装置および化学気相成長方法

(57) 【要約】

【課題】 反応室内温度を正確に制御する。

【解決手段】 開閉タイミング提供部53は載置台22の回転角を検出し、検出結果を開閉制御部52に伝達する。開閉制御部52は、予め記憶された載置台22の回転角と赤外線検出手段28の検出スポットの位置との対応関係から、赤外線検出手段28の検出スポットが半導体ウェハ23上に位置するか否かを判断する。そして、開閉制御部52は、半導体ウェハ23上に位置すると判断したときはチョッパー51にてリアクタチャンバ21の取付孔34の入口を開とし (検出工程)、それ以外の禁止範囲、すなわち載置台22上に位置すると判断したときは取付孔34を閉とする (禁止工程)。このように、検出工程および禁止工程を、載置台22の回転に同期して間欠交互に繰り返す。これにより、赤外線検出手段28には、半導体ウェハ23からの赤外線のみが入射する。



49 : 異種情報受信禁止手段

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応室内において、回転する載置台上に複数個の半導体ウェハを並置し、前記各半導体ウェハを加熱しつつ、前記反応室内に反応ガスを供給することにより前記各半導体ウェハの上面に成長膜を形成する化学気相成長装置であって、

前記載置台上の前記半導体ウェハを加熱する加熱手段と、

前記載置台を縦軸を中心として回転する回転手段と、加熱された前記半導体ウェハから放射される赤外線の強度を検出する赤外線検出手段と、

少なくとも前記赤外線検出手段からの検出情報に基づいて前記加熱手段での加熱温度を制御する制御手段と、前記赤外線検出手段からの赤外線検出情報受信時にこれと異なる異種情報の受信を前記載置台の回転に同期して間欠的に禁止する異種情報受信禁止手段とを備えた化学気相成長装置。

【請求項 2】 反応室内において載置台を回転させながら載置台上の複数個の半導体ウェハを加熱手段で加熱し、前記半導体ウェハから放射される赤外線の強度を検出し、検出された赤外線の強度に基づいて温度制御しながら、前記各半導体ウェハの上面に成長膜を形成する化学気相成長方法において、

前記半導体ウェハからの赤外線の強度を検出する際に、赤外線の検出スポットが半導体ウェハ上にあるときに赤外線の強度を検出する検出工程と、

赤外線の検出スポットが半導体ウェハ以外にあるときに赤外線の強度検出を禁止する禁止工程とが、前記載置台の回転に同期して間欠交互に繰り返される化学気相成長方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は加熱しながら半導体ウェハ上に成長膜を成長させるための化学気相成長装置および化学気相成長方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 <第 1 の従来例> 図 7 は半導体レーザ素子等の製造に用いられる第 1 の従来例の化学気相成長装置（MOCVD 装置）を示す概略構成図である。図 7 において、1 は半導体ウェハ、2 は載置台、3 はヒータ、4 は載置台 2 を回転するモータ、4 a はモータ 4 の回転シャフト、5 は熱電対、6 はリアクタチャンバー、7 は原料となるトリメチルガリウム（TMG）等の有機金属とアルシン等のハイドライドガスの混合ガスを供給する配管である。

【0003】 次に動作について説明する。配管 7 より供給された混合ガスは、ヒータ 3 により載置台 2 を通して加熱された半導体ウェハ 1 上で熱分解し、半導体ウェハ 1 上に結晶成長が生じる。例えば半導体ウェハ 1 として GaAs を用い、TMG とアルシンからなる混合ガスを

用い、半導体ウェハ温度を約 700℃ とすることにより GaAs が結晶成長する。また TMG とジエチルジンク（DEZ）およびアルシンを用いると p 型の導電型を示す GaAs が、また TMG とトリメチルインジウム（TMI）とホスフィンからなる混合ガスをを用いると GaInP が、夫々結晶成長する。このとき半導体ウェハ 1 の温度が変化すると、p 型 GaAs のキャリア濃度が変化し、また GaInP のバンドギャップが変化する。これを防止するため、半導体ウェハ 1 の温度は熱電対 5 から出る信号（電圧）をモニターし、ヒータ 3 の出力にフィードバックすることにより一定に制御される。また回転シャフト 4 は成長層の均一性を向上させるために設けられたもので、これにより成長中に半導体ウェハ 1 を回転させることにより、成長層の均一性を高めることができる。

【0004】 <第 2 の従来例> 図 8 は第 2 の従来例の MOCVD 装置を示す概略構成図である。図 8 において、半導体ウェハ 1、載置台 2、ヒータ 3、回転シャフト 4、リアクタチャンバー 6 および配管 7 は、図 7 と同一のものが用いられる。また 9 は温度の測定装置のひとつである赤外線検出器（パイロメータ）である。一般に物質から放出される赤外線の強度は、その物質の温度により異なる。したがって、赤外線検出器 9 によって半導体ウェハ 1 の表面より放出される赤外線の強度を測定することにより、半導体ウェハ 1 の表面温度を測定することができる。図 8 に示す第 2 従来例の MOCVD 装置は、この赤外線検出器 9 の測定値をヒータ 3 の出力にフィードバックすることにより、半導体ウェハ 1 の温度を制御し p 型 GaAs のキャリア濃度や GaInP のバンドギャップの制御性を向上させることを試みたものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 <第 1 の従来例における問題点> 第 1 の従来例では、結晶成長を重ねるにつれ、図 9 に示すように半導体ウェハ 1 周辺の載置台 2、ヒータ 3 の表面およびリアクタチャンバー 6 の側壁等に供給ガスの分解生成物 8 が付着する。その付着量が多くなると、半導体ウェハ 1 の周辺部の熱の放射特性が変化するため、熱電対 5 に伝わる温度と半導体ウェハ 1 の温度との関係が変化してしまう。そうすると、第 1 の従来例のように熱電対 5 の温度が一定となるようなヒータ出力の制御方法では、半導体ウェハ 1 の温度変化を熱電対 5 で正確に把握できないおそれがあり、半導体ウェハ 1 の温度を安定的に再現性良く制御することはできない。このため、例えば p 型 GaAs のキャリア濃度や GaInP のバンドギャップ（または屈折率）の設定において、これらの設定値が成長工程ごとに経時変化を生じるといった欠点があった。

【0006】 <第 2 の従来例における問題点> 第 2 の従来例では、赤外線検出器 9 で半導体ウェハ 1 からの赤外線の強度を直接測定することでその表面温度を測定して

いるため、周囲への分解生成物 8 の付着による影響はなく、第 1 の従来例で問題となった欠点は解消される。しかし、物質からの赤外線放出特性は物質の成分により異なり、特に半導体レーザ素子のようにヘテロ構造の作製が必要なものに対しては、各成長層ごとに赤外線放出特性が異なるといった新たな問題が生じる。図 10 に可視光半導体レーザ素子のダブルヘテロ構造 (DH 構造) を示す。図 10 において、10 は n 型 GaAs 基板、11 は n 型 AlGaInP 下クラッド層、12 は GaInP 活性層、13 は p 型 AlGaInP 上クラッド層、14 は p 型 GaAs コンタクト層である。このように半導体レーザ素子の作製には、順次異なった物質を結晶成長する必要が生じる。しかしながら、上述の如く、赤外線放出特性は物質により異なるため、異なった材料を成長した場合、図 11 に示すように半導体ウェハ 1 の表面が同一温度であっても、赤外線検出器 9 は各成長層ごとに異なった値を出力する。したがって、かかる赤外線検出器 9 からの信号に基づいてヒータ 3 の出力を変化させようとする、半導体ウェハ 1 の表面が同一温度であるにもかかわらず、成長材料が異なるたびにヒータ 3 の出力を変化させてしまう。半導体ウェハ 1 の温度は、ヒータ 3 の出力の変化によっては瞬時に変化しないため、各成長層界面に变成層を生じさせることとなり、半導体レーザ素子の特性を劣化させてしまう。

【0007】また、図 10 のように n 型 GaAs 基板 10 上に n 型 AlGaInP 下クラッド層 11 のような屈折率の異なった材料を成長させた場合、半導体ウェハ 1 から放出された赤外線は、図 12 に示すように例えば n 型 GaAs 基板 10 および n 型 AlGaInP 下クラッド層 11 の間の界面 F1 と、n 型 AlGaInP 下クラッド層 11 の上面 F2 との間で多重反射を生じ、干渉効果が生じるため、半導体ウェハ 1 の表面からの赤外線強度は、図 13 に示すように n 型 AlGaInP 下クラッド層 11 の成長厚により周期的な変動を起こす。そして、赤外線強度が強いとき赤外線検出器 9 は温度が高いと判断し、ヒータ 3 をオフする等して温度を下げようとするため、適正温度に対して誤制御してしまうおそれがある。

【0008】さらに、図 14 に示すように載置台 2 上に複数の半導体ウェハ 1 を配置し、半導体ウェハ 1 の中央部からの赤外線を赤外線検出器 9 で検出するようにした場合、成長層の均一性を向上させるため回転シャフト 4 により載置台 2 を自転させると、赤外線検出器 9 の検出スポットの中心点の軌跡は図 14 中の Lp のようになるが、半導体ウェハ 1 同士が離間して配置されると、前記軌跡 Lp は半導体ウェハ 1 だけでなく載置台 2 上をも通過するため、前記赤外線検出器 9 は半導体ウェハ 1 からの赤外線と載置台 2 からの赤外線を交互に検出することになる。このことは、赤外線検出器 9 の半導体ウェハ 1 表面の温度判断の正確さを悪化させる。

【0009】これらのことから、半導体レーザ素子の特性が悪化し、歩留りが劣化するという欠点があった。

【0010】本発明は、上記課題に鑑み、ヘテロ界面に变成層を生じさせることなく、再現性よく半導体レーザ素子を製造するための化学気相成長装置および化学気相成長方法を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 に係る課題解決手段は、反応室内において、回転する載置台上に複数の半導体ウェハを並置し、前記各半導体ウェハを加熱しつつ、前記反応室内に反応ガスを供給することにより前記各半導体ウェハの上面に成長膜を形成する化学気相成長装置であって、前記載置台上の前記半導体ウェハを加熱する加熱手段と、前記載置台を縦軸を中心として回転する回転手段と、加熱された前記半導体ウェハから放射される赤外線の強度を検出する赤外線検出手段と、少なくとも前記赤外線検出手段からの検出情報に基づいて前記加熱手段での加熱温度を制御する制御手段と、前記赤外線検出手段からの赤外線検出情報受信時にこれと異なる異種情報の受信を前記載置台の回転に同期して間欠的に禁止する異種情報受信禁止手段とを備える。

【0012】本発明の請求項 2 に係る課題解決手段は、反応室内において載置台を回転させながら載置台上の複数の半導体ウェハを加熱手段で加熱し、前記半導体ウェハから放射される赤外線の強度を検出し、検出された赤外線の強度に基づいて温度制御しながら、前記各半導体ウェハの上面に成長膜を形成する化学気相成長方法において、前記半導体ウェハからの赤外線の強度を検出する際に、赤外線の検出スポットが半導体ウェハ上にあるときに赤外線の強度を検出する検出工程と、赤外線の検出スポットが半導体ウェハ以外にあるときに赤外線の強度検出を禁止する禁止工程とが、前記載置台の回転に同期して間欠交互に繰り返されるものである。

#### 【0013】

【実施例】〔第 1 の実施例〕本発明の第 1 の実施例の化学気相成長装置は、化学気相成長工程の初めの昇温段階において赤外線検出器を用いた温度制御の下で行い、その後続く高温安定段階において熱電対を用いた温度制御を行うものである。

【0014】＜構成＞図 1 は本発明の第 1 の実施例の化学気相成長装置 (MOCVD 装置) を示す概略構成図である。図 1 中、21 は反応室を形成するリアクタチャンバ、22 は前記リアクタチャンバ 21 内で半導体ウェハ 23 を載置する載置台 (サセプタ)、24 は前記載置台 22 を縦軸 25 (回転シャフト) を中心に回転する回転手段、26 は前記載置台 22 上の半導体ウェハ 23 を加熱する加熱手段 (ヒータ)、27 は前記反応室内の所定位置の温度を検出する温度検知手段、28 は加熱された前記半導体ウェハ 23 から放射される赤外線の強度を検

出する赤外線検出手段、29は前記温度検知手段27および前記赤外線検出手段28からの検出情報に基づいて前記加熱手段26での加熱温度を制御する制御手段である。

【0015】前記リアクタチャンバ21は、例えば石英管を使用した自然空冷型ものやステンレス鋼を使用したジャケット構造または銅管巻構造のもの等が用いられ、該リアクタチャンバ21の上部は前記反応ガスを半導体ウェハ23の上面に均一に供給すべく略円錐（コーン）状に形成され、その上端中央部には反応ガスを供給するための供給孔31が形成されている。該供給孔31はガス供給管32を介してガス供給器33に連通されている。また、前記リアクタチャンバ21の上部の所定位置には、前記赤外線検出手段28を取り付ける取付孔34が形成されている。前記載置台22は、例えばカーボンまたはSiCでコートされたカーボン等を用いて円板状に形成され、前記反応室内の中央部に固定された支持筒35の上端部に、図示しないベアリング機構等にて水平に支持され、かつ前記支持筒35内に貫通された前記回転手段24の縦軸25に連結されて水平方向に回転される。前記回転手段24は、半導体ウェハ23の上面に成長膜（結晶）を形成する際に該成長膜の均一性を高めるために設けられたもので、回転誤差の少ない直流電動機等が用いられる。前記加熱手段26は、前記載置台22と略同形かつ略同面積に形成され、前記支持筒35の上部外周に固定されることで前記載置台22の裏面側に平行に配置される。前記温度検知手段27は、例えば白金-白金ロジウム、アルメル-クロメル、銅-コンスタンタン、クロメル-コンスタンタン等からなる一般的な熱電対が使用され、反応ガスの半導体ウェハ23への流れを阻害しないよう、前記リアクタチャンバ21の底部に固定されている。前記赤外線検出手段28は、微少な赤外輻射線の変化に対して高感度にかつ速い応答で感応することのできる熱型赤外線センサであり、例えばサーモパイル赤外線センサ、PbTiO<sub>3</sub>薄膜焦電型赤外線センサ、または高分子焦電型赤外線センサ等が使用され、前記リアクタチャンバ21の取付孔34の奥部に取り付けられている。なお、前記赤外線検出手段28の検出スポットの中心点は、前記各半導体ウェハ23の平面視中心点付近を通過するように設定される。

【0016】前記制御手段29は、CPU、ROMおよびRAMを有するマイクロコンピュータチップが用いられ、前記赤外線検出手段28からの赤外線検出情報および前記熱電対27からの検出情報のいずれかを選択する自動選択部41と、前記自動選択部41が前記赤外線検出情報を選択したときに該赤外線検出情報に基づいて半導体ウェハ23の表面温度を演算する演算部42と、前記自動選択部41が赤外線検出情報から温度検出情報に切り換わったときに前記演算部42で演算した半導体ウェハ23の表面温度と前記熱電対27での検出温度との

差を求めて記憶する温度差記憶部43と、該温度差記憶部43に記憶した温度差を前記熱電対27での検出温度から減算することで前記自動選択部41が前記温度検出情報を選択したときの温度補正を行う温度補正部44

と、前記演算部42または温度補正部44からの温度情報に基づいて前記加熱手段26を駆動制御する駆動制御部45とを備える。ここで、前記自動選択部41は、前記加熱手段26での昇温開始時から、前記半導体ウェハ23から放射される赤外線の強度が一定値となるまでの段階、すなわち昇温段階においては前記赤外線検出手段28からの赤外線検出情報を選択し、前記昇温段階が終わり成長膜を形成するに適した所定の高温に安定した段階、すなわち高温安定段階においては前記熱電対27からの温度検出情報を選択するよう機能する。また、前記駆動制御部45は、前記演算部42または温度補正部44からの温度情報と、予め設定された温度基準値とを比較し、その大小関係から前記加熱手段26をON-OFF切換する。

【0017】＜動作＞本実施例の化学気相成長方法を、図10に示した半導体レーザ素子の成長を例にとりて説明する。図2は上記化学気相成長装置を用いた化学気相成長方法を示すフローチャートである。まず、反応室内の載置台22上にn型GaAs基板10となる単一の半導体ウェハ23を載置し、これを加熱手段26で加熱して反応室内の昇温を開始する（ステップS01：昇温工程）。これと略同時に、半導体ウェハ23から放射される赤外線の強度を、赤外線検出手段28で検出し始める（ステップS02）。この際、制御手段29の自動選択部41は赤外線検出情報および温度検出情報のうち赤外線検出情報を選択し、この赤外線検出情報に基づいて加熱手段26の加熱制御を行う。すなわち、演算部42にて赤外線検出情報から半導体ウェハ23の表面温度を演算し、演算した表面温度が設定した値となったとき（ステップS03）、加熱手段26での昇温を停止し（ステップS04）、反応室内を高温安定状態とする。なお、昇温停止から高温安定状態になるまである程度の時間を要するため、その後も赤外線検出手段28による検出を続け、赤外線の強度が昇温停止に伴って安定したとき（高温安定段階）、制御手段29はそのことを判断し、自動選択部41での選択を赤外線検出情報から温度検出情報に切り換える。そうすると、赤外線検出手段28は検出を停止し、同時に熱電対27は反応室内の所定位置の温度検出を開始する（ステップS05）。この際、温度差記憶部43は、演算部42で演算した半導体ウェハ23の表面温度と、熱電対27での検出温度との間の温度差を求めて記憶する。そうすると、半導体ウェハ23の周辺に付着物が付いたために前記熱電対27で得た温度検出情報に狂いが生じても、前記赤外線検出手段28からの赤外線検出情報を用いて温度検出情報を正確に補正でき、後工程の熱電対27での温度制御が正確とな

る。

【0018】また、自動選択部41にて赤外線検出情報から温度検出情報に選択を切り換えるのと略同時に、反応ガスとして例えばトリメチルガリウム (TMG) 等の有機金属とアルシン等のハイドライドガスの混合ガスを反応室内へ供給し始め、半導体ウェハ23の上面での前記半導体ウェハ23と異なる物質、すなわちn型AlGaInP下クラッド層11の成長を開始する(ステップS06:成長工程)。同時に、温度補正部44にて、熱電対27での温度検出温度から温度差記憶部43に記憶した温度差を減算することで、温度検出情報の温度補正する。そして、補正された検出温度を予め設定された基準温度と比較して、以後の加熱手段26での温度制御を行う。この温度補正は、以後、最上層のp型GaAsコンタクト層14の形成完了に至るまで続けられる(ステップS07)。

【0019】ここで、熱電対27による温度制御では半導体ウェハ23の周辺の付着物(図9中の8参照)の影響を受けてしまい、成長温度を長期にわたって再現することが困難であるが、本実施例では、昇温段階において、周辺の付着物によって影響の受けない赤外線検出手段28で半導体ウェハ23の表面温度を一旦得た後、その後に熱電対27での温度制御を行うので、まず赤外線検出情報に基づいて正確な温度水準を検出し、これに基づいて誤差を含む温度検出情報を補正でき、以後、補正された温度検出情報で温度制御できるため、第1の従来例で問題とされていた周辺付着物の温度制御への悪影響を防止できる。

【0020】また、半導体ウェハ1と異なる物質を成長した場合、赤外線放射特性は変化してしまい、また、赤外線の多重反射による干渉効果のため、赤外線検出に誤差が生じるが、本実施例では、成長膜形成工程においては熱電対27で反応室内の所定位置の温度を検出することで温度制御を行うため、成長膜の物質の変化に影響されずに温度制御できる。したがって、第2の従来例で問題とされていた材質による赤外線放射特性の変化や、多重反射による干渉を防止でき、温度制御の安定性を確保でき、長期にわたり再現性良く所望の成長膜を成長することができる。

【0021】なお、半導体ウェハ23の上面に成長膜が形成されることにより、加熱手段26による加熱環境が僅かに変化し、そのために赤外線検出手段28での赤外線検出情報および熱電対27での温度検出情報に僅かな影響を与えるが、図8に示すように、ただか数 $\mu\text{m}$ の膜厚成長においては、1回の成長中にでの付着物または成長膜の影響による半導体ウェハ23の温度変化は無視できるものである。

【0022】[第2の実施例] 本発明の第2の実施例は、化学気相成長工程の初めの昇温段階およびその後続く半導体ウェハと同一物質の結晶成長段階は、赤外線

検出器を用いた温度制御の下で行い、その後続く半導体ウェハと異なる物質の結晶成長以降の段階においては、熱電対を用いて半導体ウェハの温度制御を行うものである。

【0023】<構成>本発明の第2の実施例の化学気相成長装置(MOCVD装置)は、基本的には図1に示した第1の実施例と略同様の構成とされるが、制御手段29の自動選択部41において赤外線検出手段28からの赤外線検出情報を熱電対27からの温度検出情報に切り換えるタイミングを、第1の実施例においては赤外線強度の安定時に合致させていたのに対し、本実施例では、半導体ウェハ23と同一物質から半導体ウェハ23と異なる物質の成長(ヘテロ構造作成)段階に切り換わる時点に合致させる点で、本実施例は第1の実施例と異なる。

【0024】すなわち、前記制御手段29の自動選択部41は、内蔵された計時手段(タイマー)の計時判断に基づいて、半導体ウェハ23と同一物質の成長段階が終了する時点で、赤外線検出情報から温度検出情報に選択を切り換える機能を有せしめられている。かかる制御手段29の機能は、マイクロコンピュータチップのROMまたはRAMに記録される。また、各成長膜形成用のガス供給器33による反応ガスの供給タイミングは、内蔵される計時手段によって決定づけられる。これらのタイミングは経験値に基づいて予め設定しておく。その他の構成は第1の実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0025】<動作>図3は本実施例の化学気相成長装置を用いた化学気相成長方法を示すフローチャートである。本実施例の化学気相成長方法は、まず、反応室内において載置台22上に載置された半導体ウェハ23を、加熱手段26で加熱し、反応室内の昇温を開始する(ステップS11)。これと略同時に、半導体ウェハ23から放射される赤外線の強度を、赤外線検出手段28で検出し始める(ステップS12)。この際、制御手段29の自動選択部41は赤外線検出情報および温度検出情報のうち赤外線検出情報を選択し、この赤外線検出情報に基づいて加熱手段26の加熱制御を行う。すなわち、演算部42にて赤外線検出情報から半導体ウェハ23の表面温度を演算し、演算した表面温度が設定した値となったとき(ステップS13)、加熱手段26での昇温を停止し(ステップS14)、反応室内を高温安定状態とする。なお、赤外線検出手段28はあと少しそのまま赤外線の強度を検出し続ける。赤外線の強度が昇温停止に伴って安定した後、図示しない計時手段からの信号に基づいて、反応室内への反応ガスの供給を開始し、半導体ウェハ23の上面に成長膜を形成する。ここで、半導体ウェハ23の上面にこれと同一の物質を形成する際には(ステップS15)、引き続き赤外線検出手段28での赤外線強度検出に基づいて温度補正を行う(ステップS1

6：同膜形成工程)。そして、半導体ウェハ23と異なる物質の成長膜の成長を開始するとき(ステップS17)、これと略同時に、自動選択部41は、計時手段からの信号に基づいて、赤外線検出情報から温度検出情報に選択を切り換える(異膜形成工程)。そうすると、赤外線検出手段28は検出を停止し、同時に熱電対27は反応室内の所定位置の温度検出を開始する(ステップS18～S19)。この際、温度差記憶部43は、演算部42で演算した半導体ウェハ23の表面温度と、熱電対27での検出温度との間の温度差を求めて記憶する。以後、温度補正部44にて、熱電対27での温度検出温度から温度差記憶部43に記憶した温度差を減算することで、温度検出情報の温度補正しつつ、補正された検出温度を予め設定された基準温度と比較して、以後の加熱手段26の駆動制御を行う。このようにすれば、本実施例によっても、第1の実施例と同様の効果がある。

#### 【0026】[第3の実施例]

<構成>本発明の第3の実施例の化学気相成長装置(MOCVD装置)は、図5の如く、反応室内において回転する載置台22上に複数個の半導体ウェハ23を並置し、前記各半導体ウェハ23の上面に成長膜を形成するものであって、図4の如く、前記載置台22上の前記半導体ウェハ23を加熱する加熱手段26と、前記載置台22を縦軸25を中心として回転する回転手段24と、前記反応室内の所定位置の温度を検出する熱電対27と、加熱された前記半導体ウェハ23から放射される赤外線の強度を検出する赤外線検出手段28と、前記熱電対27および前記赤外線検出手段28からの検出情報に基づいて前記加熱手段26での加熱温度を制御する制御手段29と、前記赤外線検出手段28からの赤外線検出情報受信時にこれと異なる異種情報の受信を前記載置台22の回転に同期して間欠的に禁止する異種情報受信禁止手段49とを備えている。

【0027】前記反応室を形成するリアクタチャンバ21は、第1の実施例と同様、上部に反応ガスを供給する供給孔31が形成され、ガス供給管32を介してガス供給器33が取り付けられる。また、前記リアクタチャンバ21の上部の所定位置には、前記赤外線検出手段28を取り付ける取付孔34が形成されている。前記載置台22は、カーボンまたはSiCでコートされたカーボンを用いて、図5のように複数個(3枚)の半導体ウェハ23を並置できる径の円板状に形成され、前記反応室内の中央部に固定された支持筒35の上端部に図示しないベアリング機構等にて水平に支持され、かつ前記支持筒35内に貫通された前記回転手段24の縦軸25に連結されて水平方向に回転される。なお、望ましくは、該載置台22の上面には各半導体ウェハ23を位置決するための複数の凹部(図示せず)が形成され、該凹部は載置台22の回転中心点を軸に互いに精度よく点対称に配される。

【0028】前記異種情報受信禁止手段49は、図4の如く、前記リアクタチャンバ21の取付孔34の開口部付近を開閉するチョッパー51と、該チョッパー51を開閉駆動制御する開閉制御部52と、該開閉制御部52に開閉タイミングを提供する開閉タイミング提供部53と、前記チョッパー51からの間欠的な信号を平滑化する平滑回路54とからなる。

【0029】前記チョッパー51は、取付孔34を開閉することで前記半導体ウェハ23の上面と前記赤外線検出手段28との間の赤外線を断続するものある。前記開閉タイミング提供部53は前記載置台22の回転角を検出するもので、フォトエンコーダ等が用いられる。そして、前記開閉制御部52は、前記赤外線検出手段28の検出スポットと前記載置台22の回転角との対応関係が予め記憶された記憶機能と、前記開閉タイミング提供部53からの回転角信号および前記記憶機能で記憶されたデータに基づいて前記赤外線検出手段28の検出スポットが半導体ウェハ23上に位置するか否かを判断する判断機能と、該判断機能にて前記検出スポットが前記半導体ウェハ23上に位置すると判断したときに前記取付孔34が開になり前記半導体ウェハ23上に位置しない(禁止範囲にある)と判断したときに閉となるよう前記チョッパー51を切り換える切換機能とを有せしめられている。

【0030】なお、本実施例における熱電対27は、第1または第2の実施例と同様、昇温後の高温安定段階または半導体ウェハと異なった物質の成長開始以降において温度制御を行うものである。その他の構成は第1または第2の実施例と同様でよく、説明を省略する。

【0031】<動作>図6は本実施例の化学気相成長方法を示すフローチャートである。図6の如く、まず、反応室内において載置台22上に複数個(3枚)の半導体ウェハ23を並置し、載置台22を縦軸25を中心として一定速度で回転しながら、加熱手段26で半導体ウェハ23等を加熱して反応室内の昇温を開始する(ステップS41)。これと略同時に、赤外線検出手段28での検出による温度制御を開始する(ステップS42～S47)。この際、制御手段29の自動選択部41は赤外線検出情報および温度検出情報のうち赤外線検出情報を選択する。そうすると、赤外線検出手段28は、入力された赤外線の強度を電気信号に変換しようとする。

【0032】ところで、載置台22には、図5のように複数個の半導体ウェハ23が並置されている。図5中、Lpは赤外線検出手段28の検出スポットの中心点の軌跡、Spは隣合う半導体ウェハ23の間には隙間である。この状態で半導体ウェハ23の中央部からの赤外線を赤外線検出手段28で検出する場合、前記検出スポットの中心点の軌跡Lpは、半導体ウェハ23だけでなく、隣合う半導体ウェハ23の間の隙間Spに露出した載置台22上をも通過するため、赤外線検出手段28は

半導体ウェハ 23 からの赤外線と載置台 22 からの赤外線とを交互に検出することになる。ここで、載置台 22 はカーボンまたは SiC でコートされたカーボンである。一方、半導体ウェハ 23 は一般に GaAs ないしは InP からなり、両者の赤外線放出特性が異なるため、両者からの赤外線をそのまま交互に検出した場合、半導体ウェハ 23 の表面温度の測定精度が悪化する。そこで、本実施例では、前記隙間 Sp に露出した載置台 22 からの赤外線の受信を、異種情報の受信として禁止する。具体的には、図 4 においてまず開閉タイミング提供部 53 にて載置台 22 の回転角を検出し（ステップ S 42）、この検出結果が開閉制御部 52 に伝達される。開閉制御部 52 は、予め記憶された載置台 22 の回転角と赤外線検出手段 28 の検出スポットの位置との対応関係から、赤外線検出手段 28 の検出スポットが半導体ウェハ 23 上に位置するか否かを判断し（ステップ S 43）、その判断結果に基づいて、半導体ウェハ 23 上に位置すると判断したときはチョッパー 51 にてリアクタチャンバ 21 の取付孔 34 の入口を開とし（ステップ S 45：検出工程）、それ以外の禁止範囲、すなわち載置台 22 上に位置すると判断したときは取付孔 34 を閉とする（ステップ S 44：禁止工程）。このように、検出工程および禁止工程を、載置台 22 の回転に同期して間欠交互に繰り返す。そうすると、赤外線検出手段 28 には、半導体ウェハ 23 からの赤外線のみが入射される。そして、赤外線検出手段 28 は赤外線の強度を電気信号に変換し、該電気信号は平滑回路 54 にて平滑化されて直流信号となり、制御手段 29 に伝達される。かかる動作は、赤外線の強度が一定値となるまで繰り返される（ステップ S 46）。そうすると、赤外線検出手段 28 での赤外線検出情報が正確になり、昇温段階での温度制御を適正化できる。

【0033】次に、赤外線の強度が一定値となったとき、図 6 の如く、加熱手段 26 での昇温を停止し（ステップ S 47）、反応室内を高温安定状態とする。なお、図 6 は、赤外線検出情報を温度検出情報に切り換えるタイミングを、第 1 の実施例と同様に赤外線強度の安定時に合致させた例である。図 6 の如く、赤外線の強度が昇温停止に伴って安定したとき、制御手段 29 は赤外線検出情報から温度検出情報に選択を切り換え、以後、熱電対 27 を用いて反応室内の温度制御を行いながら（ステップ S 48）、半導体ウェハ 23 の上面で成長膜を形成する（ステップ S 49、S 50）。

【0034】このように、載置台 22 に複数個の半導体ウェハ 23 を並置しても、第 1 または第 2 の実施例と同様の動作を精度よく行うことができ、大量生産によるコスト低減の要請に合致する。

#### 【0035】[変形例]

(1) 第 2 の実施例において、新たな成長膜の形成開始を計時手段の計時情報に基づいて認識していたが、新た

な成長膜が少しでも形成されると、赤外線検出手段 28 で検出した赤外線の強度は急激に変化することを利用し、一定以上の速度で赤外線の強度が急激に変化したときに新たな成長膜が形成されたと判断し、この判断結果に基づいて、自動選択部 41 のて赤外線検出情報から温度検出情報への選択切換を行ってもよい。

(2) 第 3 の実施例において、赤外線検出手段 28 の他に熱電対 27 を使用していたが、熱電対 27 を省略し、赤外線検出手段 28 による温度制御のみの化学気相成長装置に適用してもよい。

(3) 第 3 の実施例において、図 6 では、赤外線検出情報から温度検出情報に切り換えるタイミングを、第 1 の実施例と同様に赤外線強度の安定時に合致させていたが、第 2 の実施例と同様、半導体ウェハ 23 と同一物質から半導体ウェハ 23 と異なる物質の成長段階に切り換わる時点に合致させてもよい。

(4) 第 3 の実施例において、赤外線検出手段 28 の異種情報の受信を禁止後、平滑回路で平滑化することで温度制御を安定化させていたが、載置台 22 の回転速度が遅い場合は、検出値の誤差を回路的に補正しにくい状況が生じる可能性がある。そこで、赤外線検出手段 28 の異種情報受信禁止時は、熱電対 27 からの温度検出情報を活用して温度制御してもよい。

(5) 第 3 の実施例において、取付孔 34 の入口を開閉するチョッパー 51 で異種情報の受信を機械的に禁止していたが、これに代えて、赤外線検出手段 28 からの出力をリレー等の電気回路を用いて開閉することで、異種情報の受信を電氣的に禁止してもよい。

(6) 第 3 の実施例の異種情報受信禁止手段 49 において、異種情報の受信を禁止するタイミングは、載置台 22 の回転角を検出することで行っていたが、回転手段 24 の回転速度が正確ならば、計時手段によって異種情報の受信禁止タイミングを時間的に固定してもよい。

#### 【0036】

【発明の効果】本発明請求項 1 および請求項 2 によると、反応室内において、回転する載置台上に複数個の半導体ウェハを並置して加熱する。この際、赤外線検出手段の検出スポットは、半導体ウェハ上面と、互いに隣合う半導体ウェハの間の隙間に現れる載置台の上面とを交互に通過する。検出スポットが半導体ウェハ上にあるときに赤外線の強度を検出する検出工程と、検出スポットが半導体ウェハ以外にあるときに赤外線の強度検出を禁止する禁止工程とを、載置台の回転に同期して間欠交互に繰り返すので、半導体ウェハからの赤外線検出情報と異なる異種情報の受信を禁止でき、赤外線検出手段での赤外線検出情報を正確にできる。

【0037】以上のことから、本発明によると、温度制御の安定性を確保でき、長期にわたり再現性良く所望の成長膜を成長することができる。

#### 【図面の簡単な説明】



【図1】 本発明の第1の実施例の化学気相成長装置を示す概略構成図である。

【図2】 本発明の第1の実施例の化学気相成長方法を示すフローチャートである。

【図3】 本発明の第2の実施例の化学気相成長方法を示すフローチャートである。

【図4】 本発明の第3の実施例の化学気相成長装置を示す概略構成図である。

【図5】 本発明の第3の実施例において複数の半導体ウェハを載置台上に並置した状態を示す図である。

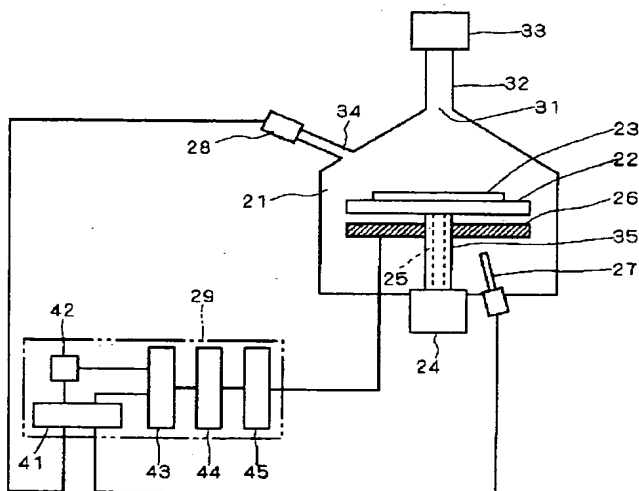
【図6】 本発明の第3の実施例の化学気相成長方法を示すフローチャートである。

【図7】 第1の従来例の化学気相成長装置を示す概略構成図である。

【図8】 第2の従来例の化学気相成長装置を示す概略構成図である。

【図9】 第1の従来例の化学気相成長装置内における分解生成物の付着状態を示す図である。

【図1】



- 21: リアクタチャンバ
- 22: 載置台
- 23: 半導体ウェハ
- 24: 回転手段
- 25: 縦軸
- 26: 加熱手段
- 27: 温度検知手段
- 28: 赤外線検出手段
- 29: 制御手段
- 41: 自動選択部
- 45: 駆動制御部

【図10】 可視光半導体レーザ素子のダブルヘテロ構造を示す図である。

【図11】 第2の従来例において成長物質の違いによる赤外線検出器の検出赤外線強度の違いを示す概念図である。

【図12】 第2の従来例における赤外線の多重反射による干渉を示す概念図である。

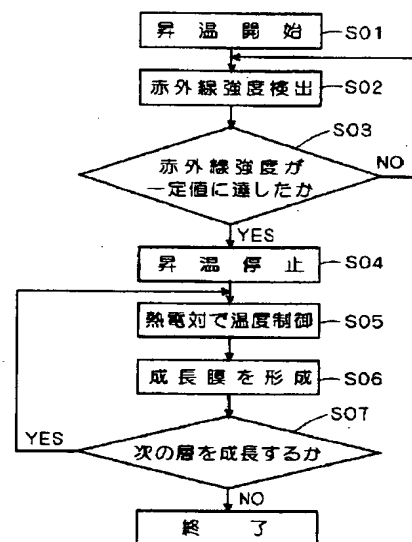
【図13】 第2の従来例において赤外線の干渉の影響による赤外線検出器の検出温度の変動を示す概念図である。

【図14】 第2の従来例において複数の半導体ウェハを載置台上に並置した状態を示す図である。

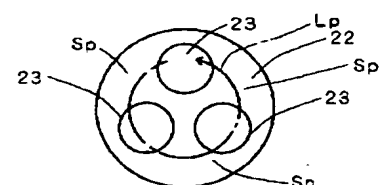
【符号の説明】

22 載置台、23 半導体ウェハ、24 回転手段、25 縦軸、26 加熱手段、27 温度検知手段、28 赤外線検出手段、29 制御手段、41 自動選択部、45 駆動制御部、49 異種情報受信禁止手段。

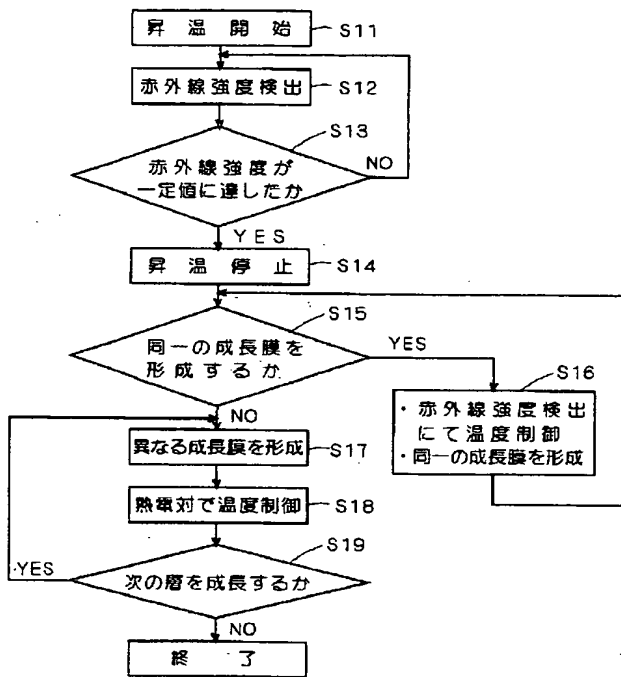
【図2】



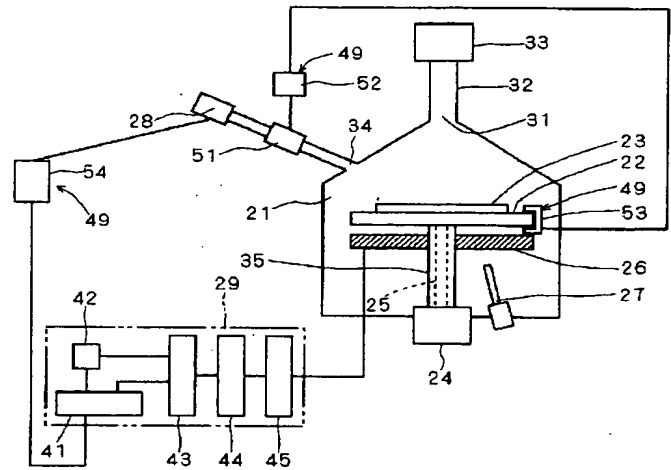
【図5】



【図3】

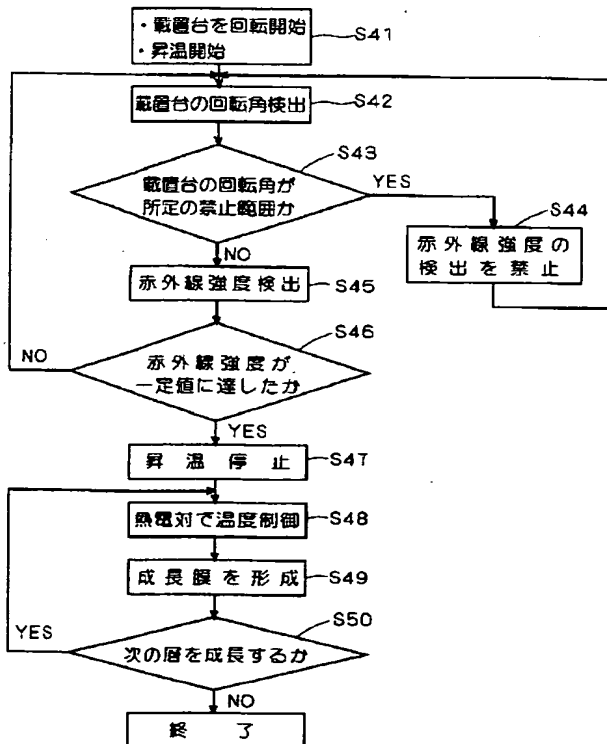


【図4】

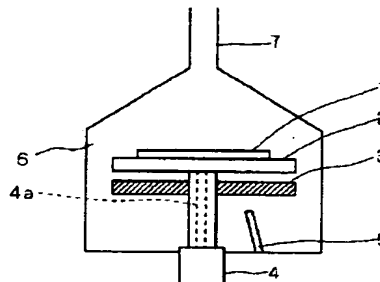


49：異種情報受信禁止手段

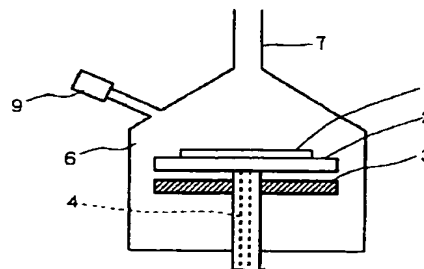
【図6】



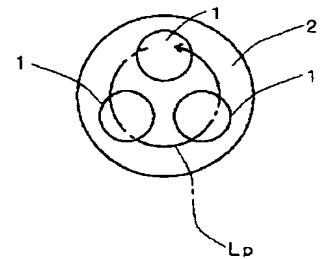
【図7】



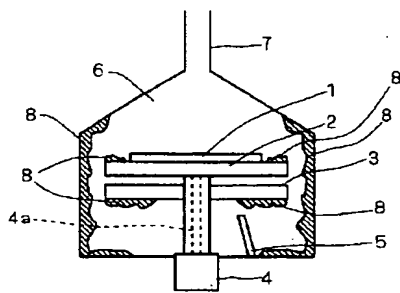
【図8】



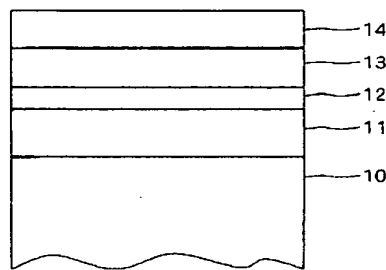
【図14】



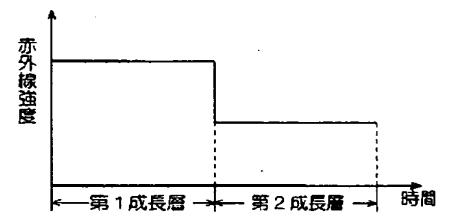
【図9】



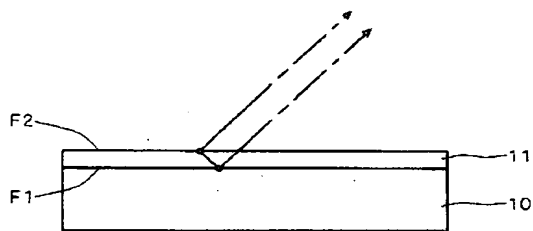
【図10】



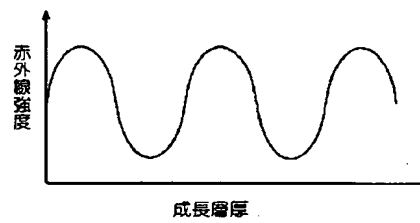
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K030 AA11 CA04 CA12 FA10 GA06  
 KA23 KA39 KA41 LA14 LA15  
 5F045 AA04 AB18 AC01 AC08 AF04  
 BB01 CA12 DP15 DP27 EB02  
 EK07 EM09 GB05 GB17

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**